

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **89890291.1**

51 Int. Cl.<sup>5</sup> **C02F 3/30 , C02F 3/22**

22 Anmeldetag: **02.11.89**

30 Priorität: **03.11.88 AT 2709/88**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**09.05.90 Patentblatt 90/19**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT DE FR IT SE**

71 Anmelder: **Voest-Alpine Maschinenbau Gesellschaft m.b.H.**  
**Lunzerstrasse 64**  
**A-4020 Linz(AT)**

72 Erfinder: **Kroiss, Helmut, Prof. Dr.-Ing.**  
**Abelegasse 26**  
**A-1160 Wien(AT)**  
Erfinder: **Kornel, Jahn, Dipl.-Ing.**  
**Seisgasse 14/1/2**  
**A-1040 Wien(AT)**

74 Vertreter: **Kretschmer, Adolf, Dipl.-Ing. et al**  
**Patentanwälte Dipl.Ing. A. Kretschmer Dr.**  
**Thomas M. Haffner Schottengasse 3a**  
**A-1014 Wien(AT)**

54 **Verfahren zum Aufbereiten von Flüssigkeiten und Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.**

57 Bei einem Verfahren zum Aufbereiten von Flüssigkeiten und zur Reinigung von Abwässern nach dem Belebtschlammverfahren, insbesondere zum Nitrifizieren und Denitrifizieren bei der biologischen Abwasserreinigung in einem turmförmigen Behälter (1) mit einem in Abstand von der Behälterinnenwand angeordneten Mantelrohr (3), dessen obere, offene Stirnfläche (4) unterhalb des Flüssigkeitsspiegels (16) und dessen untere offene Stirnfläche (5) in Abstand vom Boden des Behälters angeordnet ist, welcher Behälter durch in Bodennähe angeordnete Düsen (11), deren Gasaustritt in den Ringraum (12) zwischen Mantelrohr und Behälterinnenwand (2) oder den zentralen Raum (14) des Mantelrohres (3) gerichtet ist, begast wird, wird die Überströmhöhe zwischen der Oberkante des Mantelrohres (3) und dem Flüssigkeitsspiegel (16) und/oder die Überströmhöhe zwischen der Unterkante des Mantelrohres (3) und dem Boden des Behälters (1) und die Strömungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von Prozessparametern, wie z.B. der O<sub>2</sub>-, der NH<sub>4</sub><sup>+</sup>- und/oder der NO<sub>x</sub>-Konzentration, geregelt.

EP 0 367 756 A1

## Verfahren zum Aufbereiten von Flüssigkeiten und Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Aufbereiten von Flüssigkeiten und zur Reinigung von Abwässern nach dem Belebtschlammverfahren, insbesondere zum Nitrifizieren und Denitrifizieren bei der biologischen Abwasserreinigung in einem turmförmigen Behälter mit einem in Abstand von der Behälterinnenwand angeordneten Mantelrohr, dessen obere, offene Stirnfläche unterhalb des Flüssigkeitsspiegels und dessen untere offene Stirnfläche in Abstand vom Boden des Behälters angeordnet ist, welcher Behälter durch in Bodennähe angeordnete Düsen, deren Gasaustritt in den Ringraum zwischen Mantelrohr und Behälterinnenwand oder den zentralen Raum des Mantelrohres gerichtet ist, begast wird, sowie auf eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Ein Verfahren der eingangs genannten Art ist beispielsweise der EP-OS 162 831 zu entnehmen. Neben Kohlenstoffverbindungen sind mengenmäßig in den meisten Fällen Stickstoffverbindungen die häufigste Belastungskomponente von Abwässern. Aus der eingangs genannten EP-OS 162 831 ist bereits ein Verfahren zur simultanen Nitrifikation und Denitrifikation bei der Umsetzung von Biomasse bekanntgeworden. Mit simultanen Denitrifikationsverfahren gelingt es außer der Elimination von diversen Stickstoffverbindungen auch erhebliche Mengen an sogenannter Belüftungsenergie rückzugewinnen, und es gelingt weiter, die Gefahr der Schwimmschlamm Bildung in Nachklärbecken zu reduzieren. Um die gewünschte biologische Entfernung von Stickstoffverbindungen zu erzielen, muß aber nun zuerst in einem ersten Verfahrensabschnitt die Umsetzung von Stickstoff-Wasserstoffverbindungen mit Sauerstoff zu Stickstoff-Sauerstoffverbindungen in aerobem Milieu erfolgen. Die bei dieser Erstumsetzung gebildeten Nitrate bzw. Nitrite können anschließend unter anaeroben Bedingungen denitrifiziert werden. Aus der eingangs genannten EP-OS ist eine Einrichtung bekanntgeworden, welche bei geringem Flächenbedarf sowohl die Nitrifikation als auch die Denitrifikation derartiger Abwässer ermöglicht, wobei der für die aerobe Umsetzung erforderliche Sauerstoff gleichzeitig zur Erzielung einer entsprechenden Umlaufströmung Verwendung findet. Die Zuführung von Sauerstoff und/oder Luft erfolgt hierbei in einem Ringraum, welcher eine oxische Zone ausbildet, und die nachfolgend unter anaeroben Bedingungen durchzuführende Denitrifikation kann in dem von einer Luft- bzw. Sauerstoffbedüsung freigehaltenen zweiten Raum unter anoxischen Bedingungen durchgeführt werden. Bei den bekannten Einrichtungen ist die Strömungsgeschwindigkeit und damit die Verweilzeit in der jeweiligen Phase der

Nitrifikation bzw. Denitrifikation unmittelbar vom Gasstrom abhängig.

Die Erfindung zielt nun darauf ab, ein Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend weiterzubilden, daß das Verfahren leichter an unterschiedliche Belastungen, insbesondere an unterschiedliche Stickstoffkonzentrationen angepaßt werden kann. Es soll somit die Durchsatzmenge bei entsprechend geringerer Belastung erhöht werden können und umgekehrt bei relativ kleinen Abmessungen der Vorrichtungen jeweils die maximale Durchsatzmenge bzw. -leistung erzielt werden, wobei gleichzeitig sichergestellt werden soll, daß im Bereich der Nitrifikation der eingebrachte Sauerstoff tatsächlich verbraucht ist, um in der Denitrifikation anaerobe Bedingungen zu erzielen. Zur Lösung dieser Aufgabe besteht das erfindungsgemäße Verfahren im wesentlichen darin, daß die Überströmhöhe zwischen der Oberkante des Mantelrohres und dem Flüssigkeitsspiegel und/oder die Unterströmhöhe zwischen der Unterkante des Mantelrohres und dem Boden des Behälters und die Strömungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von Prozeßparametern, wie z.B. der  $O_2$ -, der  $-NH_4^+$ - und/oder der  $NO_x$ -Konzentration, geregelt wird. Dadurch, daß während des Verfahrens Prozeßparameter, wie beispielsweise die Sauerstoff- und die Ammoniumionen- und/oder die Stickoxid-Konzentration gemessen wird, läßt sich durch Auswertung dieser Meßwerte die Verfahrensführung dahingehend an leichtesten an die jeweilige Belastung anpassen, daß die Überströmhöhe zwischen der Oberkante des Mantelrohres und dem Flüssigkeitsspiegel und/oder die Unterströmhöhe zwischen der Unterkante des Mantelrohres und dem Boden des Behälters verändert wird. Eine entsprechende Anhebung der Überströmhöhe bzw. Absenkung der Unterströmhöhe stellt hierbei sicher, daß beim Übergang zwischen der auf Grund der Luft- oder Sauerstoffbegasung oxischen Zone in die im Inneren des Mantelrohres einzustellenden anaeroben Bedingungen tatsächlich der Sauerstoff weitgehend verbraucht ist, und bei entsprechendem Minderverbrauch kann durch Anhebung dieser Überströmhöhe bzw. Unterströmhöhe sichergestellt werden, daß im inneren Bereich tatsächlich anoxische bzw. anaerobe Bedingungen für die Denitrifikation aufrechterhalten werden. Es kann somit durch Änderung der Über- bzw. Unterströmhöhe der Mengestrom unabhängig von der Luftmenge geregelt werden. Umgekehrt kann durch Einflußnahme auf die Strömungsgeschwindigkeit gleichfalls sichergestellt werden, daß der zur Verfügung gestellte Sauerstoff, welcher mit der Begasung eingetragen wurde, innerhalb des hierfür vorgesehenen Bereiches tat-

sächlich vollständig verbraucht wird. Es kann somit mit einfachen Mitteln die Verweilzeit des Flüssigkeitsstroms in den jeweiligen Behandlungszonen der Belastung entsprechend verändert werden. Die belastungsabhängige Änderung des Volumsstroms in den oxisch bzw. anoxisch zu betreibenden Zonen ermöglicht es den Raumbedarf für die Einrichtung zur Aufbereitung der Flüssigkeiten gering zu halten und demnach die Kosten zu senken.

Die Reinigungsleistung und der Energiebedarf von derartigen Belebungsverfahren bei gleichzeitiger simultaner Denitrifikation ist in hohem Maße von der Art der Sauerstoffzuführung beeinflusst, da der Stoffumsatz in den einzelnen Reaktionszonen über das jeweilige Sauerstoffangebot geregelt werden kann. Bei simultaner Denitrifikation ist eine genaue Anpassung des Sauerstoffangebotes an den Bedarf erforderlich, insbesondere die Veränderlichkeit der Überströmhöhe und/oder der Unterströmhöhe ermöglicht eine derartige Regelung des Volumsstromes auch bei vertikal bauenden Einrichtungen und damit bei Einrichtungen mit relativ geringem Flächenbedarf.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens geht von einer vorbekannten Ausbildung der Einrichtung mit einem turmförmigen Behälter mit einem in Abstand von der Behälterinnenwand angeordneten Mantelrohr, dessen obere, offene Stirnfläche unterhalb des Flüssigkeitsspiegels und dessen untere offene Stirnfläche in Abstand vom Boden des Behälters angeordnet ist, welcher Behälter durch in Bodennähe angeordnete Düsen, deren Gasaustritt in den Ringraum zwischen Mantelrohr und Behälterinnenwand oder den zentralen Raum des Mantelrohres gerichtet ist, begast wird, aus und ist im wesentlichen dadurch gekennzeichnet, daß konzentrisch zum Mantelrohr wenigstens ein Ring in Höhenrichtung verschiebbar gelagert ist, dessen Innen- oder Außendurchmesser im wesentlichen dem Außen- oder Innendurchmesser des Mantelrohres entspricht und weitgehend dichtend am Mantelrohr teleskopisch in Lagen verschiebbar ist, bei welchen die Oberkante des Ringes unterhalb des Flüssigkeitsspiegels im Behälter verbleibt und/oder ein einstellbarer Abstand zum Boden des Behälters verbleibt, und daß wenigstens ein Verschiebeantrieb für den (die) verschiebbaren Ring(e) über Steuerleitungen mit Einrichtungen zur Ermittlung von Prozeßparametern verbunden ist. Dadurch, daß konzentrisch zum Mantelrohr wenigstens ein Ring in Höhenrichtung verschiebbar gelagert ist, läßt sich in besonders einfacher Weise die Überströmhöhe und/oder die Unterströmhöhe und damit die Verweilzeit der zu behandelnden Flüssigkeit in den oxischen bzw. anoxischen Zonen bei vorgegebener Strömungsgeschwindigkeit einstellen. Eine gleichzeitige Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit

hat selbst verständlich gleichfalls einen Einfluß auf die Vollständigkeit der gewünschten Umsetzung, wobei jedoch die baulich besonders einfache Anordnung wenigstens eines konzentrisch zum Mantelrohr verschiebblichen Ringes in konstruktiv besonders einfacher Weise die gewünschte Einstellbarkeit gewährleistet. In besonders einfacher Weise kann ein derartiger höhenverschieblicher Ring bzw. können derartige höhenverschiebbliche Ringe über Umlenkrollen und Seile an einem zentralen Zulaufbauteil abgestützt sein, so daß auch für den Antrieb und die Höhenverstellung eines derartigen Ringes bzw. derartiger Ringe einfache und betriebssichere Bauteile Verwendung finden können.

Die Erfindung wird nachfolgend an Hand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

In diesem ist mit 1 ein im wesentlichen zylindrischer, turmförmiger Behälter bezeichnet, in welchem sich ein in Abstand von der Behälterinnenwand 2 angeordnetes Mantelrohr 3 befindet. Sowohl die obere offene Stirnfläche 4 des Mantelrohres als auch die untere, geöffnete Stirnfläche 5 des Mantelrohres sind in Abstand von den jeweiligen oberen und unteren Stirnflächen des turmförmigen Behälters angeordnet. Dem Belebungsreaktor wird über einen zentralen Zulauf 6 das Rohabwasser zugeführt. Um eine effektive Nitrifikation zu erreichen, wird das durch den Zulauf 6 eingebrachte Rohabwasser in Bodennähe 7 des Reaktors mit dem Belebtschlamm vermischt, wobei dieses Gemisch über eine Pumpe 8 in eine zentrale Ringleitung 9 eingebracht wird, in welcher die Biomasse mit über den Kompressor 10 verdichteter Luft vermischt wird, wonach dieses Gemisch über die Belüftungseinrichtung 11 in den äußeren Ringraum 12 des turmförmigen Reaktors eingebracht wird. In dem äußeren Ringraum 12 des Reaktors findet die sogenannte Nitrifikation statt, indem das Rohabwasser zusammen mit Sauerstoff in Richtung des Pfeiles 13 nach oben steigt und über die sich in Abstand der Oberkante des turmförmigen Behälters befindliche Oberkante des Mantelrohres in den zentralen Ringraum 14 des Mantelrohres einströmt, in welchem die Denitrifikation stattfindet. Um die Verweilzeit des Abwassers im äußeren Ringraum 12 einstellen zu können, und um eine effektive Nitrifikation sicherzustellen, ist konzentrisch zum inneren Mantelrohr 3 mindestens ein Ring 15 in Höhenrichtung verschiebbar gelagert. Die erforderliche Überströmhöhe  $\Delta h$  kann daher entweder durch die in Höhenrichtung verstellbaren Ringe 15 oder durch Veränderung des Füllstandes 16 reguliert werden. Die Verschiebung des Ringes 15 kann hierbei über den schematisch mit 17 angedeuteten Seilzug oder durch eine elektromechanische Verstellung erfolgen.

Das die Nitrifikationsstufe im äußeren Rin-

graum 12 und die Denitrifikation im inneren Ringraum 14 des Belebungsreaktors durchlaufende Rohabwasser wird nach Beendigung des Verfahrens über die schematisch mit 18 dargestellte flexible, in Höhenrichtung verschiebbliche Leitung zu einem, in der Zeichnung nicht dargestellten, Nachklärbecken geleitet.

Zur Messung der Prozeßparameter, wie der  $O_2$ -,  $NH_4^+$ -, der  $NO_x$ -Konzentration und der Strömungsgeschwindigkeit, sind sowohl im äußeren 12 als auch im inneren Ringraum 14 Meßfühler angebracht. Diese Meßfühler sind in der gezeigten Zeichnung schematisch dargestellt, wobei die Meßfühler zur Messung der Sauerstoffkonzentration mit 19, diejenigen zur Messung der  $NH_4^+$ -Konzentration mit 20, die für die  $NO_x$ -Konzentration mit 21, sowie der zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit mit 22 dargestellt sind.

Eine zusätzliche Möglichkeit der Veränderung der Strömungsgeschwindigkeit ergibt sich durch Anheben oder Absenken eines Ringes 23 im Bereich der Unterkante des inneren Mantelrohres 3. Der Verschiebeantrieb für den Ring 23 ist hierbei schematisch mit 24 angedeutet.

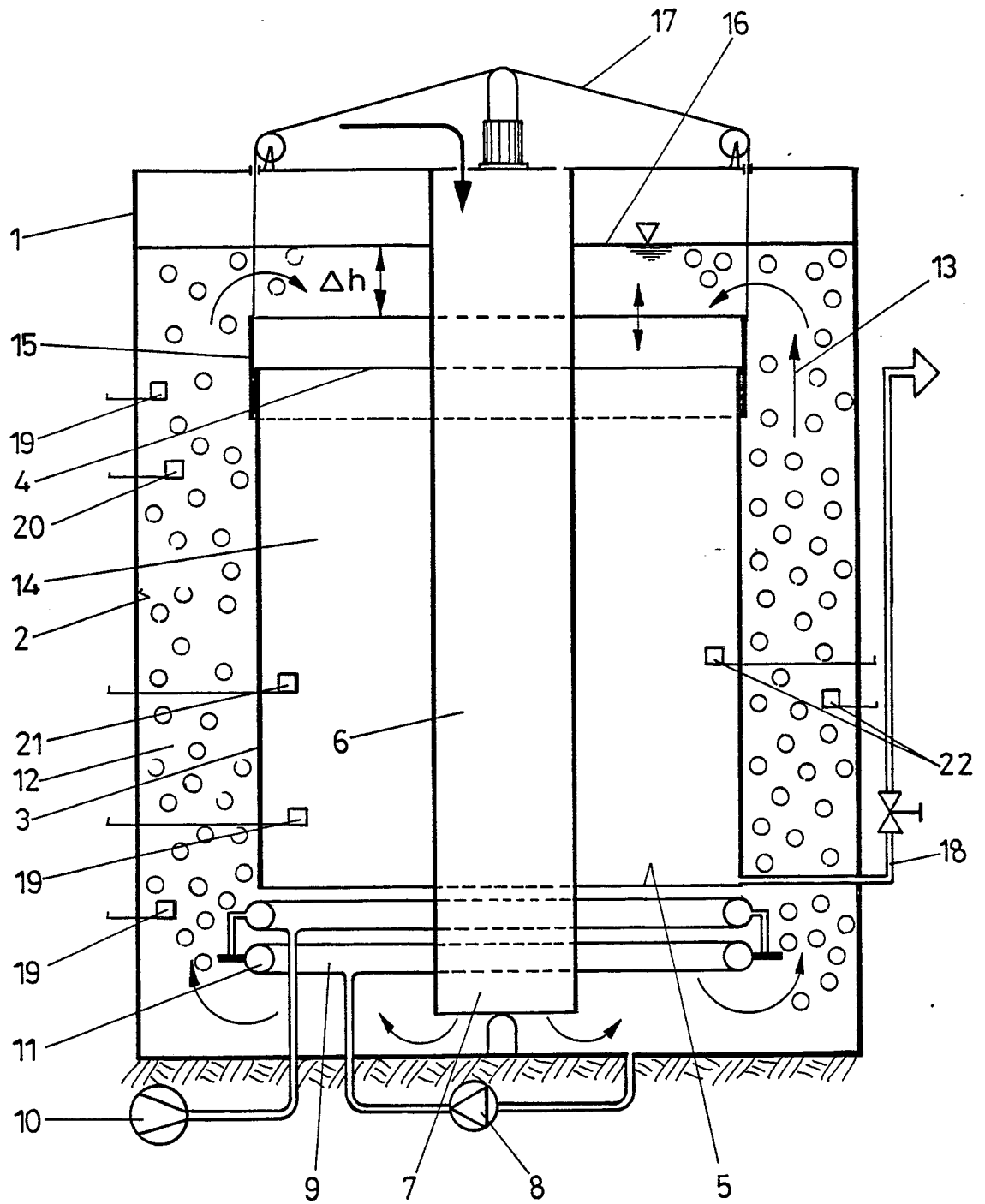
## Ansprüche

1. Verfahren zum Aufbereiten von Flüssigkeiten und zur Reinigung von Abwässern nach dem Belebtschlammverfahren, insbesondere zum Nitrifizieren und Denitrifizieren bei der biologischen Abwasserreinigung in einem turmförmigen Behälter (1) mit einem in Abstand von der Behälterinnenwand (2) angeordneten Mantelrohr (3), dessen obere, offene Stirnfläche (4) unterhalb des Flüssigkeitsspiegels (16) und dessen untere, offene Stirnfläche (5) in Abstand vom Boden des Behälters (1) angeordnet ist, welcher Behälter (1) durch in Bodennähe angeordnete Düsen (11), deren Gasaustritt in den Ringraum (12) zwischen Mantelrohr (3) und Behälterinnenwand (2) oder den zentralen Raum (14) des Mantelrohres (3) gerichtet ist, begast wird, dadurch gekennzeichnet, daß die Überströmhöhe zwischen der Oberkante des Mantelrohres (3) und dem Flüssigkeitsspiegel (16) und/oder, die Unterströmhöhe zwischen der Unterkante des Mantelrohres (3) und dem Boden des Behälters (1) und die Strömungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von Prozeßparametern, wie z.B. der  $O_2$ -, der  $NH_4^+$ -und/oder der  $NO_x$ -Konzentration, geregelt werden.

2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 mit einem turmförmigen Behälter (1) mit einem in Abstand von der Behälterinnenwand (2) angeordneten Mantelrohr (3), dessen obere, offene Stirnfläche (4) unterhalb des Flüssigkeitsspiegels (16) und dessen untere, offene Stirnfläche (5) in Abstand vom Boden des Behäl-

ters (1) angeordnet ist, welcher Behälter durch in Bodennähe angeordnete Düsen (11), deren Gasaustritt in den Ringraum (12) zwischen Mantelrohr (3) und Behälterinnenwand (2) oder den zentralen Raum (14) des Mantelrohres (3) gerichtet ist, begast wird, dadurch gekennzeichnet, daß konzentrisch zum Mantelrohr (3) wenigstens ein Ring (15,23) in Höhenrichtung verschiebbar gelagert ist, dessen Innen- oder Außendurchmesser im wesentlichen dem Außen- oder Innendurchmesser des Mantelrohres (3) entspricht und weitgehend dichtend am Mantelrohr (3) teleskopisch in Lagen verschiebbar ist, bei welchen die Oberkante des Ringes unterhalb des Flüssigkeitsspiegels (16) im Behälter (1) verbleibt und/oder ein einstellbarer Abstand zum Boden des Behälters (1) verbleibt, und daß wenigstens ein Verschiebeantrieb für den (die) verschiebbaren Ring(e) über Steuerleitungen mit Einrichtungen zur Ermittlung von Prozeßparametern verbunden ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der (die) höhenverschiebbliche(n) Ring(e) (15,23) über Umlenkrollen und Seile (17) an einem zentralen Zulaufbauteil (6) abgestützt ist (sind).





| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                   |                                           |                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                               | Betrifft Anspruch                         | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5) |
| D,Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | EP-A-0 162 831 (VOEST-ALPINE)<br>* Seite 8, Ansprüche 1-5; Abbildung 1 *<br>---                                   | 1-3                                       | C 02 F 3/30<br>C 02. F 3/22              |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | CH-A- 573 768 (H. MÜLLER)<br>* Spalte 2, Patentanspruch und<br>Unteransprüche; Spalte 1, Zeilen 21-37<br>*        | 1-3                                       |                                          |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | EP-A-0 247 212 (GEBRÜDER SULZER)<br>* Seite 10, Ansprüche 1,8; Seite 6,<br>Zeile 27 - Seite 7, Zeile 8 *<br>----- | 1-3                                       |                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                   |                                           | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (Int. Cl.5) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                   |                                           | C 02 F<br>C 12 M                         |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                   |                                           |                                          |
| Recherchenort<br>DEN HAAG                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                   | Abschlußdatum der Recherche<br>30-01-1990 | Prüfer<br>TEPLY J.                       |
| <b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b><br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer<br>anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : nichtschriftliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur<br>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder<br>nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument<br>.....<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes<br>Dokument |                                                                                                                   |                                           |                                          |